



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 196 20 902 A 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
B 60 B 17/00
B 60 B 3/00

②1 Aktenzeichen: 196 20 902.1
②2 Anmeldetag: 23. 5. 96
④3 Offenlegungstag: 18. 12. 97

DE 196 20 902 A 1

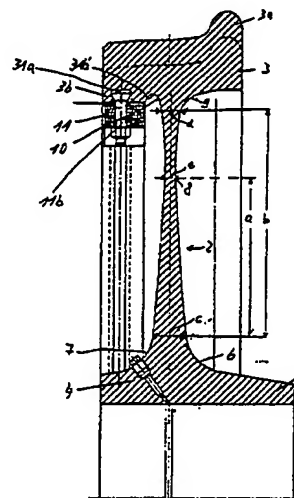
⑦1 Anmelder:
VSG Verkehrstechnik GmbH, 44793 Bochum, DE
⑦4 Vertreter:
Cohausz & Florack, 40472 Düsseldorf

⑦2 Erfinder:
Murawa, Franz, 44805 Bochum, DE; Schneider,
Jürgen, Dr.-Ing., 44797 Bochum, DE
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 44 44 077 A1
HÖLZL, Georg: Das leise Rad, in: Die Deutsche
Bahn 1993, Nr. 3, S. 229;
HÖLZL, Georg: Moderne Fahrzeugtechnik:
Durchgeführte Maßnahmen zur Reduzierung der
Schallemission am Beispiel des ICE, in: ETR 1993,
Nr. 3, S. 177;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Leichtscheibenrad mit einer beidseitig über große Bögen in Radnabe und Radkranz übergehenden Scheibe mit symmetrischem Aufbau

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Leichtbaurad mit einer beidseitig über große Bögen (6, 7, 9, 10) in Radnabe (1) und Radkranz (3) übergehenden Radscheibe (2). Zur Reduzierung der beim Fahrbetrieb auftretenden Schallabstrahlung ist eine Kombination von Maßnahmen vorgesehen, die ein axiales membranartiges Schwingen der Radscheibe (2) und ein radiales Schwingen des Radkranzes (3) unterdrücken bzw. wesentlich mindern. Diese Maßnahmen bestehen in einem symmetrischen Aufbau der über große Bögen (6, 7, 9, 10) in die Radnabe (1) und den Radkranz (3) übergehenden Radscheibe (2) und in einer vorzugsweise auf der gegenüberliegenden Seite des Spurkranzes (3) angeordneten Verstärkung (31) mit Schwingungsabsorbern (11).



BEST AVAILABLE COPY

DE 196 20 902 A 1

Bei herkömmlichen Scheibenrädern für Schienenfahrzeuge werden durch die im Kontaktbereich Rad/Schiene wirkenden Wechselkräfte eine Vielzahl von Resonanzfrequenzen angeregt. Dabei schwingt der Radkranz in radialer Richtung, während gleichzeitig die Radscheibe wie eine Membrane in axialer Richtung schwingt. Diese Membranschwingungen wirken sich wie bei einem Lautsprecher in der Intensität der Schallabstrahlung besonders stark aus. Die dabei entstehende Schallabstrahlung ist insbesondere im Hochgeschwindigkeitsbereich von ca. 200 km/h entsprechend groß.

Zur Reduzierung der Schallabstrahlung eines Schienenrades ist es bekannt, an der Unterseite des Radkranzes Absorber, insbesondere Resonanzabsorber, anzubringen. Aus Festigkeitsgründen ist für die Absorberbefestigung eine Verstärkung unterhalb des Radkranzes erforderlich. In der Regel wird diese aus Kostengründen und aus Gründen der Gewichtseinsparung nur einseitig verwirklicht. Es hat sich jedoch gezeigt, daß die damit einhergehende Unsymmetrie des Radkranzes das Schwingungsverhalten des Rades negativ beeinflusst. Insbesondere werden die axialen Membranschwingungen angeregt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes, schallarmes Leichtscheibenrad zu schaffen.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht bei einem Leichtscheibenrad mit einer beidseitig über große Bögen in Radnabe und Radkranz übergreifenden Scheibe in folgenden Merkmalen:

1. Die Scheibe hat zu einer radialen bis leicht geneigten Mittelebene bis in den Bereich der Bögen einen symmetrischen Aufbau.
2. Das Verhältnis der Dicken der Scheibe im radkranznahen Bereich zum nabennahen Bereich beträgt 1:1,5 bis 2,5.
3. Die kleinste Dicke der Scheibe liegt in einem Abstand von 3/4 bis 5/6 des Abstandes der Bereiche der Bögen vom nabennahen Bogenbereich.
4. Der Radkranz weist an mindestens einer Unterseite eine umlaufende Verstärkung mit daran befestigten Schwingungsabsorbern auf, die vom Bereich des benachbarten Bogens durch eine umlaufende Hinterschneidung entkoppelt ist.

Die besondere Formgebung der Scheibe des Rades in Kombination mit den an der entkoppelten Verstärkung des Radkranzes angekoppelten Schwingungsabsorbern sorgen dafür, daß einerseits die axialen Membranschwingungen der Radscheibe weitgehend unterdrückt und andererseits die Radialschwingungen des Radkranzes durch die in an sich bekannter Weise auf die Frequenzen des Radkranzes abgestimmten Schwingungsabsorber gedämpft werden. Vor allem wirkt sich die Verstärkung insbesondere bei einseitiger Anordnung am Radkranz wegen der Entkoppelung nicht negativ aus, so daß die Anzahl der für die Schallemission ausschlaggebenden Schwingungsmoden im Vergleich zu herkömmlichen Leichtscheibenrädern reduziert ist. Im Ergebnis wird mit dem erfindungsgemäßen Leichtscheibenrad bei Fahrgeschwindigkeiten von rd. 200 km/h eine Schallpegelreduzierung von über 6 db(A) erreicht.

Der symmetrische Aufbau der Scheibe mit den großen Übergangsbögen, der für die Unterdrückung der Membranschwingungen verantwortlich ist, sollte sich möglichst bis in den Nabebereich fortsetzen. Auch bis

in den Radkranzbereich, wo der symmetrische Aufbau wegen des Spurkranzes und der Verstärkung nicht vollkommen zu realisieren ist, sollte er sich im wesentlichen fortsetzen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Verstärkung mit den Schwingungsabsorbern auf der dem Spurkranz gegenüberliegenden Seite vorgesehen ist, weil auf diese Art und Weise eine gewisse Kompensation der Asymmetrie erreicht werden kann.

Obgleich es für den symmetrischen Aufbau am vorteilhaftesten ist, wenn die Verstärkung mit den Schwingungsabsorbern auf der der Seite des Spurkranzes gegenüberliegenden Seite angeordnet ist, kann es ausnahmsweise bei besonders starker Anregung der Radialschwingung des Spurkranzes günstiger sein, wenn möglichst viele Schwingungsabsorber vorgesehen sind. In diesem Fall können sie auf beiden Seiten der Radscheibe angeordnet sein. Auch bei dieser Ausgestaltung kann der Einfluß der Verstärkung und der Schwingungsabsorber auf das Schwingungsverhalten der Radscheibe durch die erwähnte entkoppelnde Hinterschneidung gemindert werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen insbesondere bezüglich der Dimensionierung der Verstärkung sind in den Unteransprüchen 6 bis 12 gekennzeichnet.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert, die verschiedene Ausführungsbeispiele darstellt. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 ein Leichtscheibenrad mit außenseitig angeordneten Schwingungsabsorbern im halben radialen Querschnitt,

Fig. 2 ein Leichtscheibenrad mit innenseitig angeordneten Schwingungsabsorbern im halben radialen Querschnitt,

Fig. 3 ein Leichtscheibenrad mit beidseitig angeordneten Schwingungsabsorbern im halben radialen Querschnitt,

Fig. 4 das Leichtscheibenrad gemäß Fig. 1 in vergrößerter Darstellung im Bereich des Radkranzes im Querschnitt,

Fig. 5 ein Leichtscheibenrad in einer zur Fig. 1 abgewandelten Ausführung in vergrößerter Darstellung im Bereich des Radkranzes ausschnittsweise im Querschnitt,

Fig. 6 ein Leichtscheibenrad in einer zur Fig. 5 abgewandelten Ausführung in vergrößerter Darstellung im Bereich des Radkranzes ausschnittsweise im Querschnitt, und

Fig. 7 ein Leichtscheibenrad in einer zur Fig. 5 und 6 abgewandelten Ausführung in vergrößerter Darstellung im Bereich des Radkranzes ausschnittsweise im Querschnitt.

Die maßstabgerecht dargestellten Leichtscheibenräder gemäß den Fig. 1 bis 3 haben bis auf die Anordnung der Schwingungsabsorber den gleichen Aufbau. Sie sind einstückig und weisen eine Radnabe 1, eine Radscheibe 2 und einen Radkranz 3 auf. Durch eine strichpunktierte Linie im Bereich des Radkranzes 3 ist angedeutet, daß das Rad nach Verschleiß neu profiliert werden kann. Im Bereich der Radnabe 1 ist eine verschleißbare Bohrung 4 vorgesehen, über die ein Druckmittel zugeführt werden kann, um das Abziehen des auf einer nicht dargestellten Welle sitzenden Rades zu erleichtern.

Die Radscheibe 2 hat bezüglich einer radialen Mittelebene 5 einen symmetrischen Aufbau. Sie kann eine Neigung bis zu 15° haben. Über große Bögen 6, 7 geht die Radscheibe 2 in die Radnabe 1 über. Auch in den Bereichen dieser Bögen 6, 7 ist ein symmetrischer Aufbau gegeben. Im Bereich dieser Bögen 6, 7 hat die Radscheibe 2 auch ihre größte Dicke. Diese Dicke vermin-

dert sich in radialer Richtung nach außen kontinuierlich bis zu einer dünnsten Stelle 8, die in einem Abstand a von $3/4$ bis $5/6$ des Abstandes b der Bögen 6, 7 von gegenüberliegenden Bögen 9, 10 am Radkranz liegt. Das Verhältnis der Dicke d der Scheibe 2 im Bereich der Fußpunkte der Bögen 9, 10 zu der im Bereich der Bögen 6, 7 liegt bei $1:1,5$ bis $2,5$. Die Dicke e der dünnsten Stelle 8 liegt bei $1/5$ bis $2/5$ der Dicke im Bereich der Bögen 6, 7. Diese Maße sind jeweils auf die Fußpunkte der Bögen 6, 7, 9, 10 bezogen.

Der Radkranz 3 des Rades gemäß Fig. 1 weist an seiner dem Spurkranz 3a gegenüberliegenden Seite innenseitig eine Verstärkung 31 auf. An dieser Verstärkung 31 sind über den Umfang verteilt an sich bekannte Schwingungsabsorber 11 befestigt, die sich in an sich bekannter Weise aus verschiedenen frei schwingenden Zungen und zwischen ihnen angeordnetem Dämpfungsmaterial zusammensetzen. Diese Schwingungsabsorber 11 sind auf die radialen Schwingungsfrequenzen 3 des Radkranzes 3 abgestimmt. Wie vor allem Fig. 4 deutlich zeigt, ist die Verstärkung 31 auf der radialen Innenseite des hier durch eine gestrichelte Linie begrenzten Radkranzes 3 angeordnet. Die gestrichelte Linie verläuft etwa symmetrisch zu der Innenseite des Radkranzes 3 auf der Spurkranzseite. Die Verstärkung 31 ist durch eine hinterschnittene Nut 31b von der Radscheibe 2 schwingungsmäßig entkoppelt. In der Verstärkung 31 ist eine Nut 31a angeordnet, in der mittels Hammerkopfschrauben 11b die Schwingungsabsorber 11 befestigt sind.

Die Dimensionierung der Verstärkung 31 ist beim Ausführungsbeispiel wie folgt:

Die Verstärkung 31 hat eine Breite f von $1/4$ bis $1/3$ der Breite g des Radkranzes 3. Sie hat eine radiale Höhe h von mindestens $3/10$ und höchstens $5/10$ der Breite g des Radkranzes 3. Die Hinterschneidung 31b hat eine Tiefe t von mindestens $1/2$ bis maximal 1 der Höhe h der Verstärkung 31. Der Krümmungsradius R des Grundes der Hinterschneidung 31b beträgt $1/10$ bis $1/25$ der Breite g dem Radkranzes 3. Die der Radscheibe 2 gegenüberliegende Flanke 31b* der Vertiefung 31b schließt mit einer Radialebene des Rades einen Winkel Φ von 0 bis 30° ein. Der Übergangsbogen 10 läuft von der Radscheibe 2 in die Hinterschneidung 31b bis mindestens zu einer Tiefe t^* von $1/2$ der Tiefe t der Hinterschneidung 31b ein.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 3 unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel der Fig. 1 vor allem darin, daß die Schwingungsabsorber auf der Spurkranzseite angeordnet sind. Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 4 sind die Schwingungsabsorber auf beiden Radscheibenseiten angeordnet. Darüber hinaus ist angedeutet, daß die Schwingungsabsorber nicht über Schrauben, sondern durch Klebung befestigt sind. In Fig. 7 ist diese Befestigungsart mit einer Klebeschicht noch deutlicher dargestellt.

Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 5 ist ein eingeschrumpfter Haltering 12 vorgesehen, an dem Schwingungsabsorber 13 mit Schraubenbolzen 13b angeschraubt sind.

Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 6 ist in einer Nut 14 der Verstärkung ein Haltering 12, insbesondere ein Sprengring, eingeklemmt, an dem Schwingungsabsorber befestigt sind. Die Befestigung kann, wie dargestellt, aus einer Klebung bestehen, sie kann aber auch mit Schrauben verwirklicht sein.

1. Leichtscheibenrad mit einer beidseitig über große Bögen (6, 7, 9, 10) in Radnabe (1) und Radkranz (3) übergehenden Radscheibe (2) mit folgenden Merkmalen:

1. Die Radscheibe (1) hat zu einer radialen bis leicht geneigten Mittelebene (5) bis in den Bereich der Bögen (6, 7, 9, 10) einen symmetrischen Aufbau.

2. Das Verhältnis der Dicke (d) des radkranznahen Bereichs (c) zur Dicke der Scheibe (2) im nabennahen Bereich beträgt $1:1,5$ bis $2,5$.

3. Die kleinste Dicke (e) der Radscheibe (1) liegt in einem Abstand (a) von $3/4$ bis $5/6$ des Abstandes (b) der Bereiche der Bögen (6, 7, 9, 10) vom nabennahen Bogenbereich.

4. Der Radkranz (3) weist an mindestens einer Unterseite eine umlaufende Verstärkung (31) mit daran befestigten Schwingungsabsorbern (11) auf, die vom benachbarten Bereich des Bogens durch eine umlaufende Hinterschneidung entkoppelt ist.

2. Leichtscheibenrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der symmetrische Aufbau der Scheibe (2) sich bis in den Bereich der Radnabe (1) fortsetzt.

3. Leichtscheibenrad nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der symmetrische Aufbau der Scheibe (2) sich im wesentlichen bis in den Bereich des Radkranzes (3) fortsetzt, wobei die Verstärkung (31) zusätzlich vorgesehen ist.

4. Leichtscheibenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkung (31) von dem Bereich des Bogens (10) durch eine Hinterschneidung (31b) entkoppelt ist.

5. Leichtscheibenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkung (31) mit den Schwingungsabsorbern (11) auf der dem Spurkranz (3a) gegenüberliegenden Seite angeordnet ist.

6. Leichtscheibenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkung (31) eine Breite (f) von $1/4$ bis $1/3$ der Breite (g) des Radkranzes (3) hat.

7. Leichtscheibenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkung (31) eine radiale Höhe h von mindestens $3/10$ ihrer Breite (g) hat.

8. Leichtscheibenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkung (31) eine radiale Höhe h von maximal $5/10$ ihrer Breite (g) hat.

9. Leichtscheibenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hinterschneidung (31b) der Verstärkung (31) eine Tiefe (t) von mindestens $1/2$ bis 1 der Höhe (h) der Verstärkung (31) hat.

10. Leichtscheibenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsradius (r) des Grundes der Hinterschneidung (31b) $1/10$ bis $1/25$ der Breite (g) des Radkranzes (3) beträgt.

11. Leichtscheibenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die der Radscheibe (2) gegenüberliegende Flanke (31b*) der Hinterschneidung (31b) mit einer Radialebene des Rades einen Winkel (Φ) von 0 bis 30° einschließt.

12. Leichtscheibenrad nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergangsbogen (10) von der Radscheibe (2) in die Hinterschneidung (31b) bis mindestens zu einer Tiefe (t^*) von $1/2$ der Tiefe (t) der Hinterschneidung (31b) einläuft.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

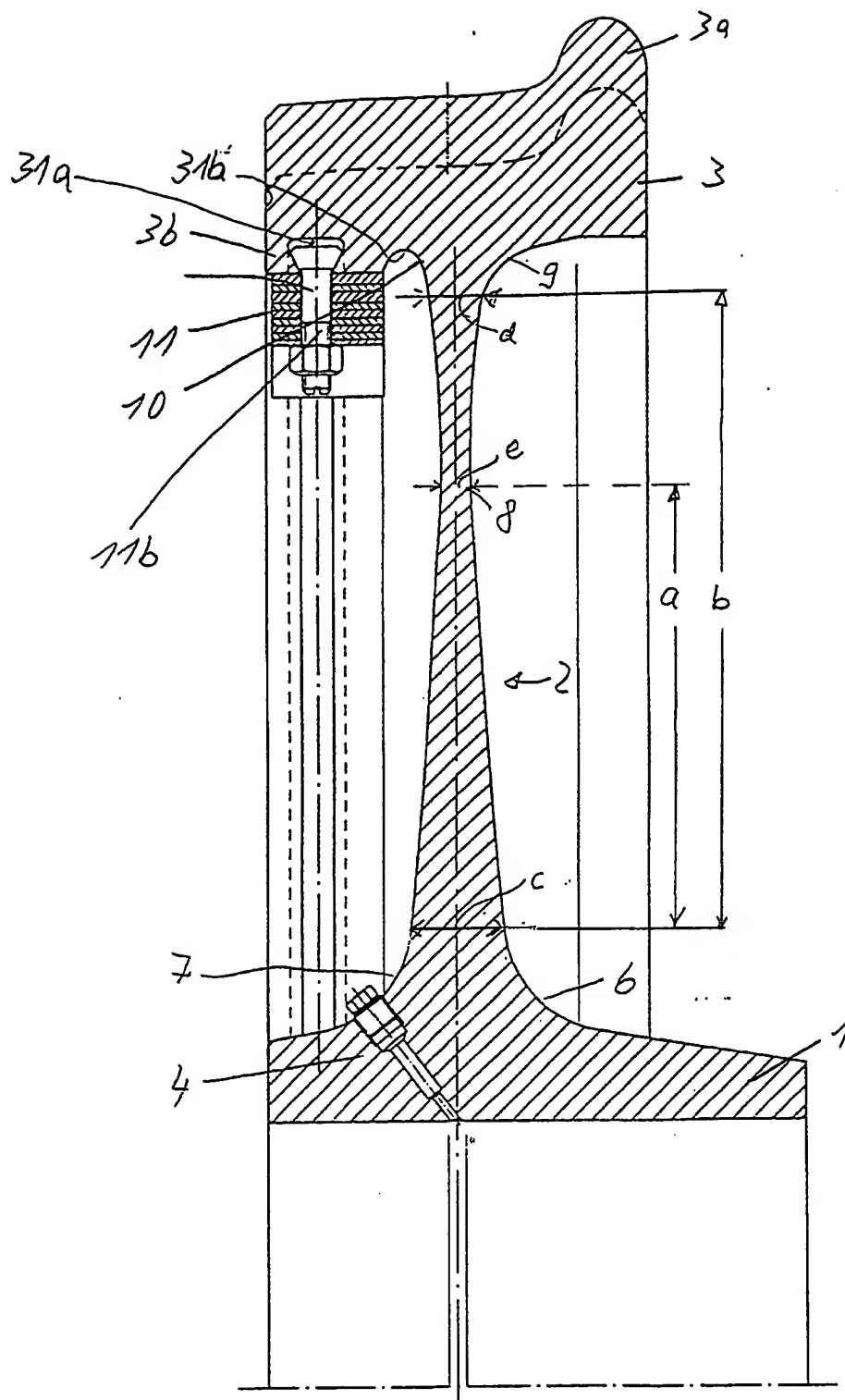


Fig. 1

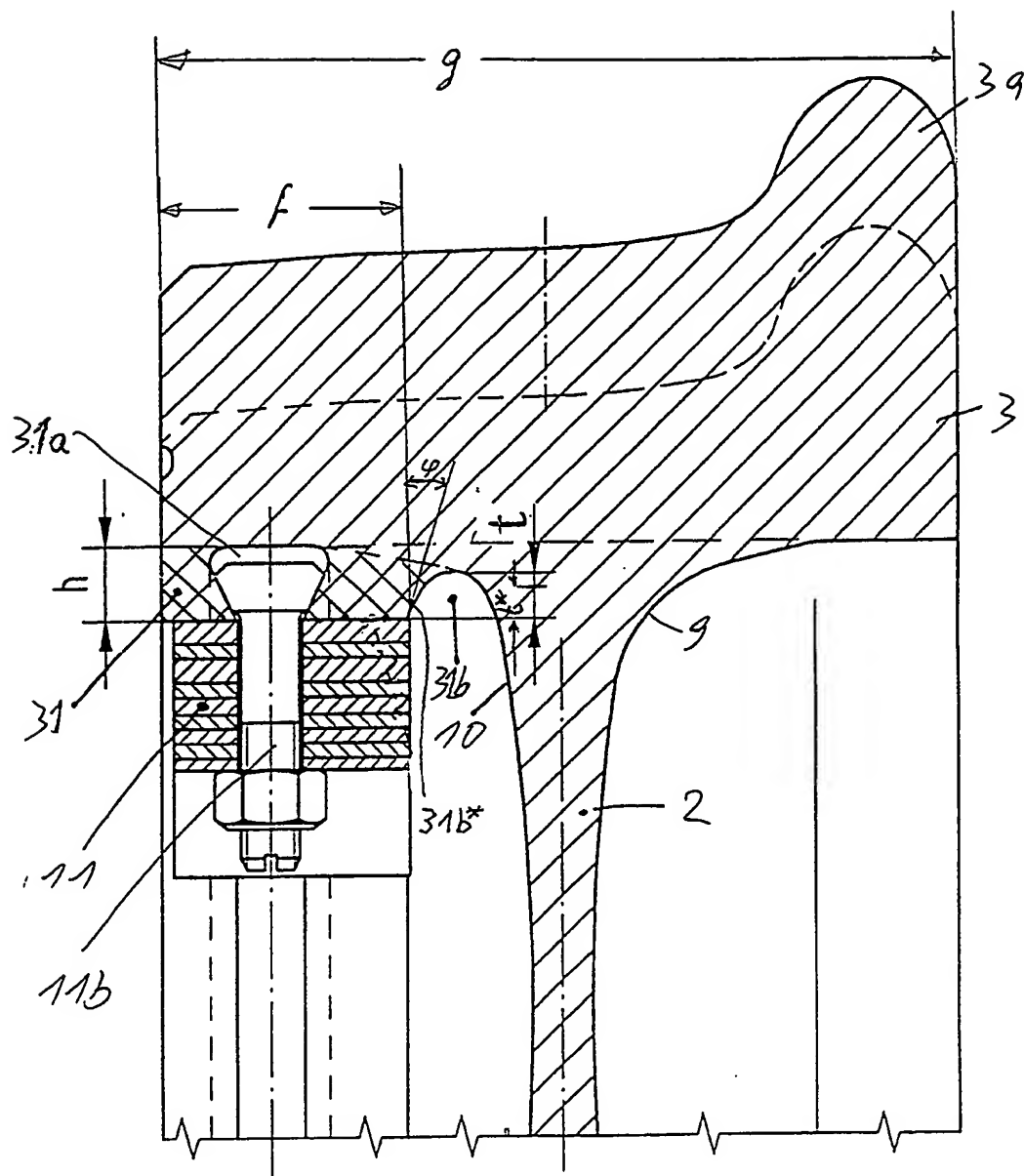


Fig. 2

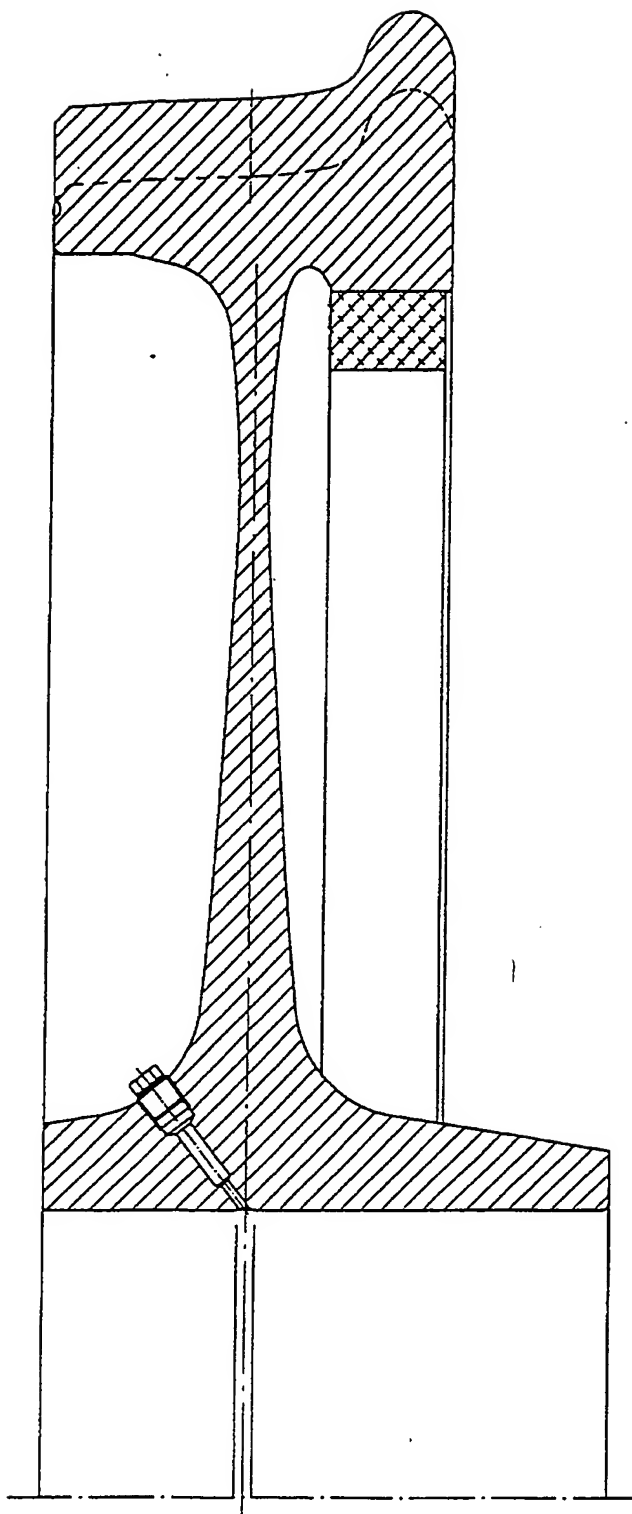


Fig. 3

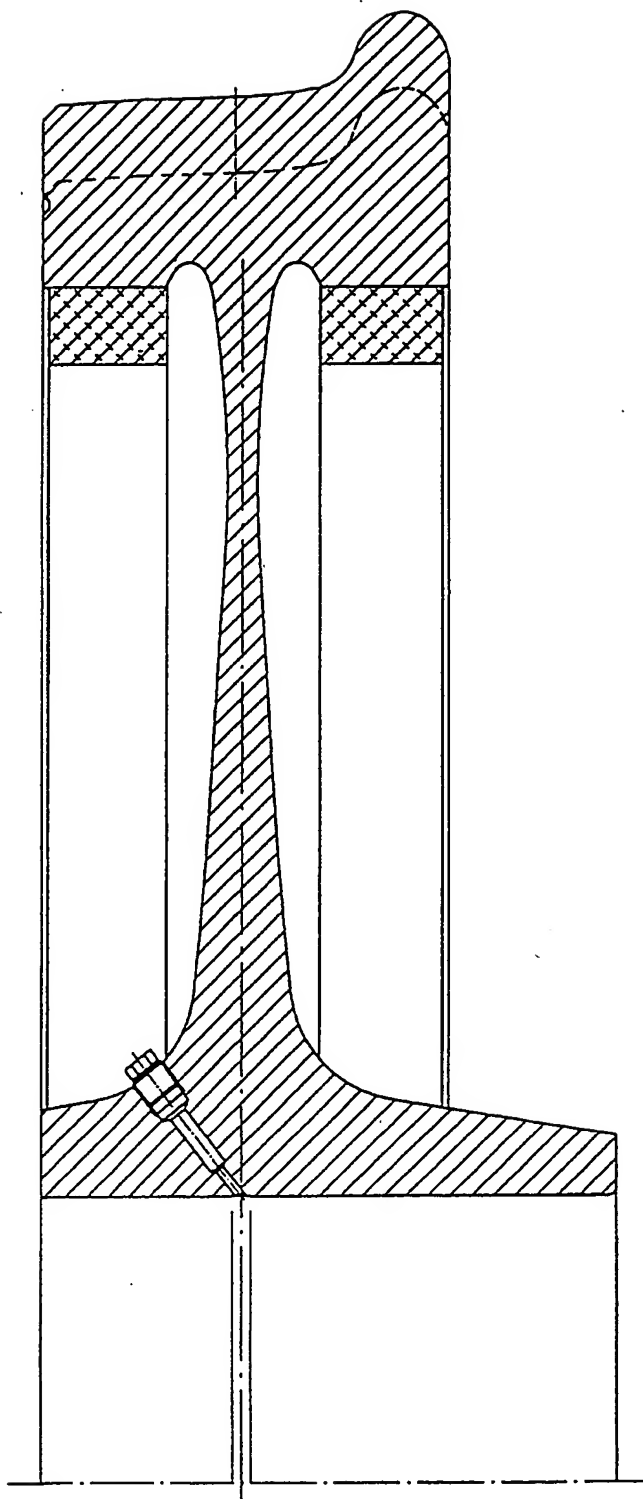


Fig. 5f

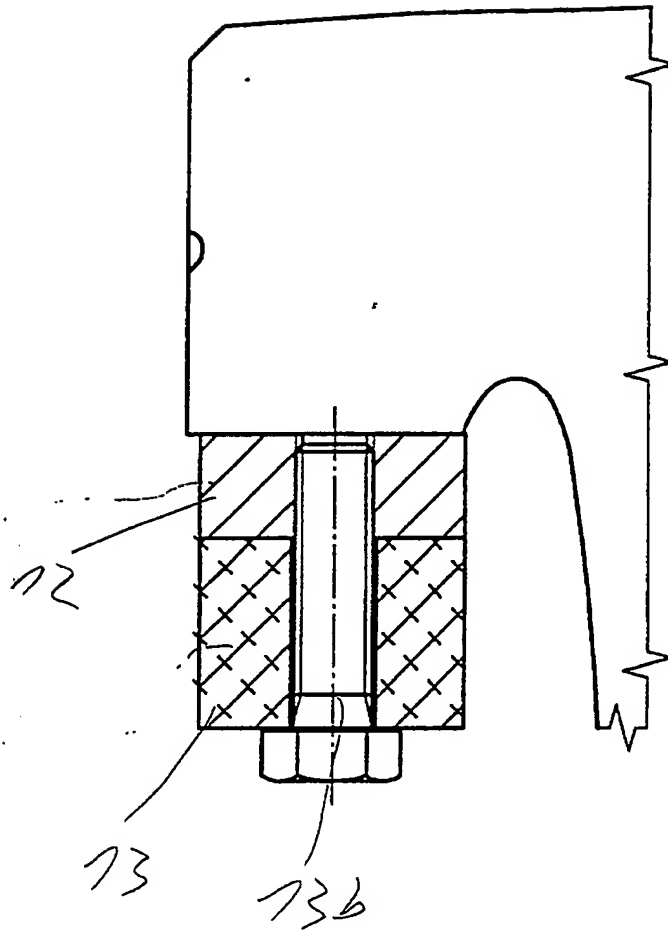


Fig. 5

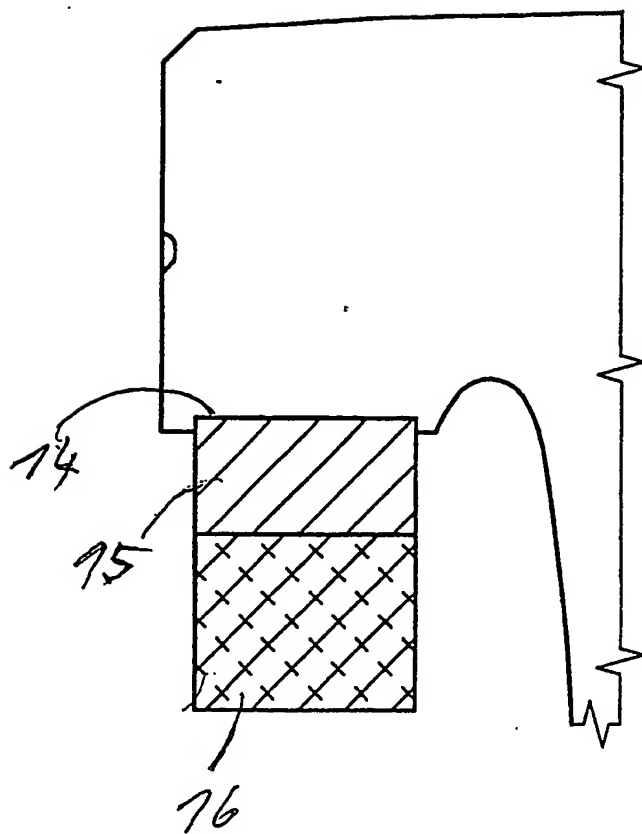


Fig. 6

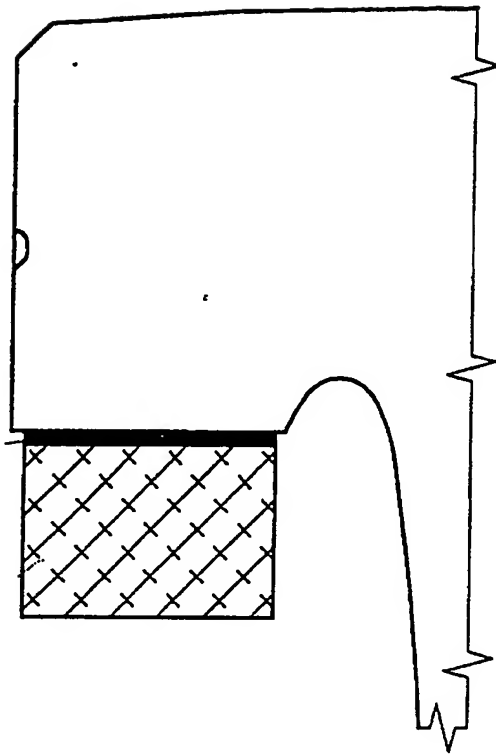


Fig. 7